



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Veröffentlichung**  
⑩ **DE 196 81 445 T 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>  
**F 16 F 9/02**

⑤

der internationalen Anmeldung mit der  
⑧⑦ Veröffentlichungsnummer: WO 96/41086 in  
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int. Pat. ÜG)  
②① Deutsches Aktenzeichen: 196 81 445.6  
⑧⑥ PCT-Aktenzeichen: PCT/US96/08181  
⑧⑥ PCT-Anmeldetag: 30. 5. 96  
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungstag: 19. 12. 96  
④③ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 20. 5. 98

③① Unionspriorität: —  
08/472,501 07. 06. 95 US

⑦① Anmelder:  
AVM, Inc., Marion, S.C., US

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Oppermann & Oppermann, 63075  
Offenbach

⑦② Erfinder:  
Chamberlin, James B., Charlotte, N.C., US

⑤① Luftfeder

DE 196 81 445 T 1

DE 196 81 445 T 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Übersetzung der Internationalen Anmeldung PCT/US96/08181

## LUFTFEDER

### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Luftfeder und insbesondere auf eine Luftfeder, welche den Flächenbereich des Kolbens, auf den durch unter Druck stehendes, in der Feder eingeschlossenes Gas eingewirkt wird, vergrößert.

### HINTERGRUND

Luft- oder Gasfedern werden normalerweise verwendet, um eine Ausgleichskraft für Verschlusseinheiten, wie z.B. Deckel, Türen und Schrankfronten, bereitzustellen und um einen Gasfederaustausch für mechanische Federn vorzusehen. Auf dem Automobilgebiet werden Luftfedern zum Beispiel verwendet, um beim Öffnen und Abstützen von Kofferraumdeckeln und Dachluken zu helfen. Bei solchen Anwendungen werden die Ausgleichsfederanordnungen zusammengedrückt, wenn der Deckel geschlossen ist, und sie fahren aus unter Differenzdruckkraft, die auf den Kolben einwirkt, wenn der Deckel geöffnet wird.

Bei herkömmlichen Luftfedern stehen sowohl die Ausfahrkammer als auch die Kompressionskammer unter Druck, und daher wirkt die Druckdifferenz zwischen dem Zylinder und der Atmosphäre nur auf den effektiven Querschnittsbereich der Kolbenstange, welcher in einer Ebene unter 90° der Längsachse der Stange liegt. Im Ergebnis und in der Mehrzahl der Anwendungsfälle ist ein verhältnismäßig hoher innerer Zylinderdruck erforderlich, um das Ausfahren der Feder zu veranlassen. Beispielsweise ist es bei Automobilanwendungen nicht ungewöhnlich, Luftfedern mit 138 bar oder mehr unter Druck zu setzen. Diese hohen Betriebsdrücke verlangen hohe Festigkeitserfordernisse von den verwendeten Materialien zur Herstellung von Luftfederteilen, und dieses trägt zur Komplexität des Herstellungsverfahrens bei.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Dementsprechend ist es ein Anliegen der vorliegenden Erfindung, eine Luftfeder bereitzustellen, in welcher das unter Druck gesetzte Gas innerhalb der Feder über einen vergrößerten Querschnittsbereich des Kolbens einwirkt.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Luftfeder, welche unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten durch den Kolben während des Kompressionshubes und des Expansionshubes vorsieht.

Noch ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist es, eine Luftfeder bereitzustellen, die eine einteilig geformte Kolben- und Kolbenstangenanordnung besitzt.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist es, eine Luftfeder vorzusehen, in welcher die Ausfahrkammer nicht unter Druck gesetzt ist.

Noch ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist es, eine Luftfeder bereitzustellen, welche Ausgabekräfte erzeugt, die mit herkömmlichen Luftfedern bei viel kleineren Innendrücken vergleichbar sind.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Luftfeder, welche geeignet ist für Anwendungen, die eine geringe Federkonstante und eine verringerte Gesamtlänge erfordern.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Luftfeder, bei welcher die Dämpfung völlig unabhängig ist von der Ausrichtung der Feder.

Noch ein anderes Anliegen der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Luftfeder, welche relativ leicht und wirtschaftlich herstellbar ist.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Luftfeder von einer Konstruktion, welche Gasverluste aus der Feder verringert.

Diese und andere Anliegen und Vorteile werden bereitgestellt durch eine Luftfeder umfassend einen hohlen Zylinder, der eine erste innere Kammer begrenzt, die ein offenes Ende und ein geschlossenes Ende besitzt. Eine Kolbenstange ist verschiebbar in dem offenen Ende des Zylinders angebracht. Die Kolbenstange enthält einen hohlen Abschnitt, der eine zweite innere Kammer begrenzt, ein erstes Ende erstreckt sich in die erste innere Kammer, und ein zweites Ende steht aus dem offenen Ende des Zylinders vor. Ein Kolben ist verschiebbar in dem Zylinder angeordnet und ist verbunden mit dem ersten Ende der Kolbenstange zur Bewegung damit. Der Kolben unterteilt die erste innere Kammer in einen Kompressionsraum nahe dem geschlossenen Ende des Zylinders und einen Ausfahrraum nahe dem offenen Ende des Zylinders. Eine vorbestimmte Gasmenge ist in den Kompressionsraum eingebracht unter einem Druck oberhalb des Atmosphärendruckes. Eine Dichtungsanordnung ist an dem Kolben angebracht, um Gasumgehungen des Kolbens und ein Fließen zwischen dem Kompressionsraum und dem Ausfahrraum zu verhindern. Ein Durchflußdurchgang erstreckt sich durch den Kolben zwischen dem Kompressionsraum und der zweiten inneren Kammer, um dem Gas das Strömen zwischen diesen zu ermöglichen.

Entsprechend einer Ausführungsform ist ein gasdurchlässiger Einsatz vorbestimmter Porosität in dem Durchflußdurchgang angeordnet, um eine begrenzte Fließgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang vorzusehen. In Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform ermöglicht ein Rückschlagventil eine beschränkte Fließgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang während des Ausfahrhubes und einen freien Gasumgehungsstrom

durch den Durchflußdurchgang während des Kompressionshubes. Das Rückschlagventil enthält einen gasdurchlässigen Einsatz angebracht am Kolben für Bewegung zwischen einer ersten Position, bei welcher Gasfluß durch den Durchflußdurchgang begrenzt ist auf denjenigen, welcher durch den gasdurchlässigen Einsatz fließt. Das Rückschlagventil bewegt sich ~~in eine zweite~~ Position während des Kompressionshubes, um dem Gas zu ermöglichen, durch den Durchflußdurchgang den gasdurchlässigen Einsatz umgehend zu fließen. Der gasdurchlässige Einsatz kann aus verschiedenen Materialien gebildet sein, einschließlich gesinterter Bronze, gesintertem Eisen, poröser Keramik oder porösen Kunststoffen.

Andere Anliegen und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich durch Bezugnahme auf die beigefügte ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform einer Luftfeder.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der Luftfeder.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht einer Luftfeder mit einer einteilig geformten Kolben- und Kolbenstangenanordnung.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht einer alternativen Kolbenkonstruktion, welche in der Luftfeder von Fig. 1 eingesetzt werden kann.

### Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Eine erste Ausführungsform einer Luftfeder 10 gemäß Fig. 1 besitzt ein hohles zylindrisches Rohr (Zylinder) 15, das eine innere Kammer 20 begrenzt, einen Kolben 25 und eine Kolbenstange 30. Die Länge des Zylinders 15 und die Bemessung der anderen Komponenten ist durch die beabsichtigte Anwendung der Feder 10 bestimmt. Ein erstes Ende 35 des Zylinders 15 ist offen, und ein zweites Ende 40 des Zylinders 15 ist durch eine Endkappe 45 verschlossen, welche an dem Zylinder 15 durch ein Verfahren wie Schweißen oder Aufpressen befestigt ist. Ein Kolben 25 ist verschiebbar innerhalb des Zylinders 15 angeordnet und unterteilt die innere Kammer 20 in einen dem geschlossenen Ende 40 des Zylinders 15 benachbarten Druckraum 50 und einen dem offenen Ende 35 des Zylinders 15 benachbarten Ausfahrraum 55. Die Volumina der Räume 50, 55 ändern sich entsprechend der Stellung des Kolbens 25 innerhalb der inneren Kammer 20. Der Druckraum 50 ist mit einem Gas gefüllt (vorzugsweise einem inerten Gas wie z.B. Stickstoff), das unter einem Druck größer als Atmosphärendruck steht, während der Ausfahrraum 55 drucklos ist und normalerweise annähernd Atmosphärendruck hat. Eine vorbestimmte Menge, z.B. 2,5 ccm, eines Schmieröls kann in den Raum 50 eingebracht sein, um eine Schmierung zwischen dem Kolben und der Innenwandung des Zylinders 15 vorzusehen.

Früheren Konstruktionen unähnlich befinden sich der Druck- und Ausfahrraum 50, 55 nicht in Fluid (d.h. Gas oder Flüssigkeit)-Verbindung miteinander. Vielmehr hindert eine zwischen dem Kolben 25 und der inneren Wand des Zylinders 15 angeordnete Dichtungsanordnung 60 das unter Druck gesetzte Gas in dem Druckraum 50 an dem Entweichen in den Ausfahrraum 55. Die Dichtungsanordnung 60 umfaßt einen großen Zweirichtungs-Dicht-ring 65 (bekannt als eine Quad-Dichtung) und eine Scheibe 70, welche beide auf einem Bereich 75 verringerten Durchmessers des Kolbens 25 angebracht sind. Obwohl die Dichtungsanordnung 60 an der inneren Stirnseite des Kolbens angebracht ist,

könnte sie ebenso an anderen Orten angeordnet sein, wie z.B. an der äußeren Stirnseite des Kolbens oder an seinem Außenumfang.

Die Quad-Dichtung 65 sieht eine ausgezeichnete Zweirichtungsdichtung zwischen dem Kolben 25 und dem Zylinder 15 vor, ~~wogegen sie~~ ~~hingegen sie~~ verhältnismäßig geringe Reibungskräfte gegen die Zylinderwände während der Ausfahr- und Kompressionshübe hervorruft. Die Quad-Dichtung 65 sieht einen mehrfachen umfänglichen Linienkontakt mit sowohl dem Kolben 25 als auch der inneren Wand des Zylinders 15 vor, im Ergebnis wie eine Mehrzahl von kleinen O-Ringen wirkend. In dieser Hinsicht sollte bemerkt werden, daß eine Mehrzahl von O-Ringen anstelle der Quad-Dichtung 65 eingesetzt werden könnte. Die Scheibe 70 ist vorgesehen, um als eine elastische Abstützung für die Quad-Dichtung 65 zu wirken und um bei höheren Druckanwendungen eine Dichtungsbeschädigung zu verhindern.

Die Kolbenstange 30 ist verschiebbar in dem offenen Ende des Zylinders 15 angebracht. Das äußere Ende 80 der Kolbenstange 30 erstreckt sich nach außen durch eine Buchsenanordnung 85, die in dem offenen Ende 35 des Zylinders 15 angebracht ist, während das innere Ende 90 fest an den Kolben 25 angeschlossen ist. Das äußere Ende 80 der Kolbenstange endet in einem ersten Verbindungsstück 95, welches starr an der Kolbenstange 30 durch ein Mittel wie Schraubengewinde oder Schweißen befestigt ist. Ein zweites Verbindungsstück 100 ist ähnlich an der Endkappe 45 des Zylinders 15 befestigt. Die Verbindungsstücke 95, 100 ermöglichen die Anbringung der Luftfeder 10 beispielsweise zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einer Last, z.B. der Motorhaube, Kofferraumdeckel, Klappe usw.

Die Buchsenanordnung 85 enthält eine geformte Buchse 105 und eine Scheibe 110, welche beide einen freien engen Sitz um die Kolbenstange 30 und innerhalb des Zylinders 15 aufweisen. Die Scheibe 17 ist vorzugsweise aus einem gesinterten Kunststoff hergestellt. Geeignete Materialien für die Scheibe 110 sind im



Handel unter den Markennamen Poron und Teflon erhältlich. Die Buchse 105 und die Scheibe 110 sind innerhalb des Zylinders 15 zwischen einer in dem offenen Ende 35 des Zylinders 15 geformten Umbiegung 115 und einer in der Zylinderwand gebildeten gerollten Eindrückung 120 befestigt. Die gerollte Eindrückung 120 wirkt auch als ein Anschlag zur Begrenzung der Kolbenbewegung während des Ausfahrhubes. Im Gegensatz zu früheren Luftfederkonstruktionen ist es nicht erforderlich, das offene Ende 35 des Zylinders 15 abzudichten, weil der Ausfahrraum 55 nicht unter Druck gesetzt ist. Tatsächlich kann eine Bohrung (nicht gezeigt) für die Entlüftung des Ausfahrraums 55 zur Atmosphäre vorgesehen sein, um irgendwelche Druckdifferenzen zwischen dem Ausfahrraum 55 und der Atmosphäre während der Bewegung des Kolbens 25 zu verringern.

Die Kolbenstange 30 enthält einen hohlen Bereich, der eine innere Kammer 125 eines feststehenden Volumens begrenzt. Vorzugsweise ist die Kolbenstange 30 aus einem hohlen Rohr geformt, und die innere Kammer 125 erstreckt sich als solche entlang im wesentlichen der ganzen Länge der Kolbenstange 30. Das vorstehende Ende 80 der Kolbenstange 30 ist durch eine Endkappe 130 geschlossen, welche an der Kolbenstange 30 durch ein Verfahren wie Schweißen oder Einpressen befestigt ist. Das innere Ende 90 der Kolbenstange 30 ist an einen Bereich 135 verringerten Durchmessers gebildet an der äußeren Stirnfläche des Kolbens 25 durch ein Verfahren wie Schweißen (wie gezeigt), Löten oder Aufschmelzen usw. angeschlossen. Der Bereich 135 verringerten Durchmessers des Kolbens 25 erstreckt sich in die innere Kammer 125 der Kolbenstange und bildet eine Abdichtung zwischen der Kolbenstange 30 und dem Kolben 25. Ein Durchflußdurchgang 140 erstreckt sich durch den Kolben 25 zwischen dem Druckraum 50 und der inneren Kammer 125 der Kolbenstange. Ein gasdurchlässiger Einsatz 150 ist innerhalb des Durchflußdurchgangs 140 befestigt, um den Durchfluß von unter Druck gesetztem Gas zwischen dem Druckraum 50 und der inneren Kammer 125 zu drosseln.

Die Arbeitsweise der Luftfeder 10 gemäß Fig. 1 wird nun anhand eines Beispiels beschrieben. Für Veranschaulichungszwecke wird angenommen, daß die Luftfeder 10 mit einer scharnierten Tür (nicht gezeigt) verbunden ist für die Bewegung der Tür zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung. Für diesen Zweck ist eines der Verbindungsstücke 95, 100 an ein feststehendes Glied, wie beispielsweise den Türrahmen, angeschlossen, und das andere der Verbindungsstücke 95, 100 ist an die Tür angeschlossen für die Bewegung der Tür relativ zu dem Rahmen.

Wenn die Tür geschlossen ist, befindet sich die Luftfeder 10 in ihrer zusammengedrückten Stellung mit gegen das geschlossene Ende 40 des Zylinders 15 bewegtem Kolben 25, und die Drücke innerhalb des Druckraums 50 und der inneren Kammer 125 sind ausgeglichen. Sobald die Tür entriegelt wird, wirkt das komprimierte Gas in dem Druckraum gegen die innere Stirnfläche 145 des Kolbens (definiert durch den Kolben 25 und den Quadring 65) und treibt den Kolben 25 in Richtung des offenen Endes 35 des Zylinders 15. Der Kolben 25 wiederum fährt die Kolbenstange 30 aus und bewegt die Tür in Richtung ihrer Offenstellung. Da das komprimierte Gas auf dem ganzen Flächenbereich der inneren Stirnfläche 145 des Kolbens einwirkt und atmosphärischer Druck auf die Endkappe 130 und die Kolbenstirnfläche 136 einwirkt, werden Ausfahrkräfte, die denjenigen herkömmlicher Gasfedern entsprechen, bei viel geringeren inneren Drücken erzeugt. Das zusätzliche Gasvolumen 125 dient der Bereitstellung einer geringeren Federkonstante. Wenn anschließend äußere Kräfte zum Schließen der Tür zur Anwendung gebracht werden, d.h. die Federanordnung zusammengedrückt wird, wird die Kolbenstange 30 in den Zylinder 15 hineingeschoben und treibt den Kolben 25 in Richtung des geschlossenen Endes 40 des Zylinders 15. Der zunehmende Druck in dem Druckraum 50 verdrängt Gas durch den Durchflußdurchgang 140 (und den Einsatz 150) in die innere Kammer 125 der Kolbenstange.

Wie einzusehen ist, kann die Größe des Durchflußdurchgangs 140 vergrößert oder verkleinert werden, um den Wert des Druckaus-

gleichs zwischen den Volumina 50, 125 zu verändern. Das zusätzliche Volumen der inneren Kammer 125 der Kolbenstange verringert den Druckanstiegswert, der in dem Druckraum 50 während des Kompressionshubes auftritt, wodurch der Wert der Kraftzunahme, die erforderlich ist, um die Feder 10 zusammenzudrücken, verringert wird. Das vollständige Gasvolumen 125 kann eingestellt werden, um den "Wert" der Feder zu verändern.

Die vorstehend beschriebene Konstruktion sieht eine Ausfahrgeschwindigkeit vor, welche eine Funktion des unter Druck gesetzten Gasvolumens, des Gasdruckes und der auf die Feder 10 einwirkenden äußeren Belastung ist. Ihre rohrförmige Konstruktion ist vom Kostenstandpunkt aus vorteilhaft. Das vergrößerte Volumen, bereitgestellt durch die innere Kammer 125 der Kolbenstange, macht diese Konstruktion ideal für Anwendungen, bei denen eine geringe Federkonstante erwünscht ist und bei denen die Länge der Feder 10 minimalisiert werden muß. Darüber hinaus verlängern die verringerten Betriebsgasdrücke der Feder ihre Lebensdauer durch Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Ladungsverlust durch die Feder.

Durch die Anwendung des gasdurchlässigen Einsatzes wird eine mehr kontrollierte Ausfahrgeschwindigkeit erreicht. Eine Vielzahl von Materialien sind für die Formung des durchlässigen Einsatzes 150 geeignet, einschließlich gesinterter Bronze, gesinterter Eisens, einer Kombination von gesinterter Bronze und Eisen, poröser Keramik und bestimmter Kunststoffe. Der durchlässige Einsatz 150 verringert die Geschwindigkeit des Druckausgleichs zwischen dem Druckraum 50 und der inneren Kammer 125 der Kolbenstange, woraus eine "weiche" oder kontrollierte Kraft zum Ende des Ausfahrhubes resultiert. Der Einsatz 150 veranlaßt im wesentlichen die innere Kammer 125 der Kolbenstange, als eine "Booster"-Kammer zu wirken, welche die Federabgabekraft nahe dem Ende des Ausfahrhubes aufrechterhält oder graduell vergrößert.

Wenn die Feder für eine ausreichende Zeit zusammengedrückt worden ist, wird der Gasdruck in dem Druckraum 50 und der inneren Kammer 125 der Kolbenstange durch Strömung durch den Einsatz 150 hindurch ausgeglichen sein. Sobald die Tür entriegelt ist, treibt das in dem Druckraum 50 unter Druck gesetzte Gas den Kolben 25 in Richtung des offenen Endes 35 des Zylinders 15. Während der Kolben 25 sich in seine ausgefahrene Stellung bewegt, fällt der Druck in dem Druckraum 50 unter den der inneren Kammer der Kolbenstange ab. Diese Druckdifferenz veranlaßt komprimiertes Gas aus der inneren Kammer 125 der Kolbenstange, durch den Durchflußdurchgang 140 und den porösen Einsatz 150 hindurch zu strömen in das expandierende Volumen des Druckraums 50. Der durchlässige Einsatz 150 steuert jedoch die Druckausgleichsgeschwindigkeit zwischen den zwei Volumina und verhindert sofortigen Druckausgleich zwischen den beiden Volumina. Die Durchflußgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang 140 kann durch Verwendung verschiedener Einsätze und/oder durch Veränderung der Verdichtung und damit der Porosität des Einsatzes 150 eingestellt werden.

In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform der Luftfeder 10 dargestellt. Die erste und die zweite Ausführungsform verwenden viele derselben Komponenten, daher sind dieselben Bezugszahlen verwendet worden, um entsprechende Komponenten in den Fig. 1 und 2 zu identifizieren. Der Hauptunterschied zwischen den beiden Ausführungsformen besteht darin, daß die zweite Ausführungsform ein Rückschlagventil 215 einsetzt, welches eine verringerte Gasströmungsgeschwindigkeit während des Ausfahrhubes und einen verhältnismäßig freien Bypass-Gasdurchfluß durch den Durchflußdurchgang während des Kompressionshubes bereitstellt.

Das Rückschlagventil 215 enthält eine O-Ringdichtung 220, einen gasdurchlässigen Scheibenstapel 225 und eine Feder 230, wie eine Tellerventilfeder, die sämtlich in einer Senkbohrung 235 angeordnet sind, die in dem Bereich 135 verringerten Durchmessers des Kolbens 25 gebildet ist. Das Ende der Senk-

bohrung 235 ist verpreßt, um die Ventiltteile innerhalb der Senkbohrung 235 zu halten. Die O-Ringdichtung 220 ist in einer Ausnehmung angebracht, die am Übergang des Durchflußdurchgangs 140 und der Senkbohrung 235 gebildet ist. Die Feder 230 spannt den Scheibenstapel 225 normalerweise gegen die O-Ringdichtung 220. Der Scheibenstapel 225 ist in der Senkbohrung 235 zwischen einer Schließstellung, bei welcher der Scheibenstapel 225 der O-Ringdichtung 220 anliegt, und einer Offenstellung, bei welcher der Scheibenstapel 225 von der O-Ringdichtung abgehoben ist, verschiebbar.

Während des Ausfahrhubes wird der Scheibenstapel 225 durch die Feder 230 in seine Schließstellung gedrückt und auch bei dem höheren Gasdruck der inneren Kammer 125 der Kolbenstange. Wenn sich der Scheibenstapel 225 in seiner Schließstellung befindet, ist die Gasströmung durch den Durchflußdurchgang 140 durch die Fluidfließgeschwindigkeit durch den Scheibenstapel begrenzt. Die Luftfeder 10 hat eine Ansprechgeschwindigkeit während des Ausfahrhubes, welche ähnlich derjenigen einer Feder ist, die den vorstehend beschriebenen durchlässigen Einsatz 150 verwendet. Während des Kompressionshubes wird jedoch der Scheibenstapel 225 in seine Öffnungsstellung gedrückt in Reaktion auf den Druck in dem Druckraum 50, der den Druck in der inneren Kammer 125 der Kolbenstange durch einen Betrag übertrifft, der ausreichend ist, die Kraft der Feder 230 zu überwinden. Insbesondere übt der während des Kompressionshubes zunehmende Gasdruck in dem Kompressionsraum 50 eine Kraft auf den Scheibenstapel 225 in Richtung des Pfeils 250 aus. Wenn diese Kraft die Kraft der Feder 230 übersteigt, wird der Scheibenstapel 225 von der O-Ringdichtung 220 abgehoben, d.h. in ihre Öffnungsstellung. Der Außendurchmesser des durchlässigen Scheibenstapels 225 ist kleiner als der Durchmesser der Senkbohrung 235, um dem Gas zu ermöglichen, den Scheibenstapel zu umströmen, wenn der Stapel in seine Öffnungsstellung gedrückt wird. Das Gas fließt durch den Durchflußdurchgang 140, zwischen den Scheibenstapel 225 und den O-Ring 220, in den Spalt zwischen dem Außendurchmesser des Scheibenstapels 225

und den Wänden der Senkbohrung 235, durch die Öffnung 255 in dem Ende der Senkbohrung 235 und in die innere Kammer 125 der Kolbenstange.

Der Scheibenstapel 225 ist aus einer Mehrzahl von gasdurchlässigen Scheiben gebildet, die aus einem porösen Material ähnlich ~~den~~ vorstehend in Verbindung mit dem durchlässigen Einsatz 150 beschriebenen Materialien hergestellt sind. Es wird darauf hingewiesen, daß der Stapel 225 mit oder ohne den durchlässigen Einsatz 150 verwendet werden kann. Falls der durchlässige Einsatz 150 nicht eingesetzt wird, wird die Fließgeschwindigkeit während des Ausfahrhubes ausschließlich durch die Fließgeschwindigkeit durch den durchlässigen Scheibenstapel 225 kontrolliert. Die Anzahl der Scheiben wie auch die Porosität der Scheiben kann variiert werden, um die Strömungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit den Erfordernissen einer individuellen Anwendung zu ändern. Es sollte berücksichtigt werden, daß der Scheibenstapel 225 in Kombination mit dem durchlässigen Einsatz 150 verwendet werden kann, um die Strömungsgeschwindigkeit durch den Durchgang 140 herabzusetzen.

Fig. 3 illustriert eine einteilig geformte Kolbenstangen- und Kolbenanordnung 300, welche in der ausbalancierten Luftfeder 10 eingesetzt werden kann. Diese einteilig geformte Anordnung ist von einem Kosten- und Herstellstandpunkt vorzuziehen. Die einteilige Anordnung 300 ist aus einem rohrförmigen Ausgangsmaterial wie aus Stahl bearbeitet, um die in Fig. 3 illustrierte Form zu erhalten. Insbesondere enthält die Anordnung 300 einen Stangenabschnitt 310 und einen Kolbenabschnitt 315. Der Stangenabschnitt 310 ist verschiebbar in der Buchsenanordnung 85 angebracht und erstreckt sich aus dem Zylinder 15 heraus. Der Stangenabschnitt 315 begrenzt die hohle innere Kammer 125, und das sich heraus erstreckende Ende des Stangenabschnitts 310 ist eingezogen, um die innere Kammer 125 gegenüber der Atmosphäre abzudichten. Alternativ kann das Ende durch Verwendung einer Endkappe ähnlich derjenigen, die zuvor beschrieben wurde, abgedichtet werden. Es ist wünschenswert,



daß das eingezogene Ende ein Druckzufuhrloch 320 besitzt, welches benutzt wird, um die innere Kammer und die Kammer 50 während des Herstellungsverfahrens unter Druck zu setzen. Sobald der Zylinder unter Druck gesetzt ist, wird das Druckzufuhrloch durch einen Stift, Niet oder durch Anschweißen des Verbindungsstücks 95 an das Ende des Stangenabschnitts 310 abgedichtet.

Der Kolbenabschnitt 315 besitzt einen Bereich 325 vergrößerten Durchmessers und einen Bereich 330 verringerten Durchmessers. Der Bereich 325 vergrößerten Durchmessers bildet einen engen frei verschiebbaren Sitz mit der Innenwand des Zylinders 15, während der Bereich 330 verringerten Durchmessers zur Aufnahme der Dichtungsanordnung 60 bemessen ist. Ein innerhalb des Bereichs verringerten Durchmessers des Kolbens angebrachter nichtporöser Einsatz 340 begrenzt den Durchflußdurchgang 140, der sich zwischen der Kompressionskammer und der inneren Kammer 125 der Kolbenstange erstreckt. Das innere Ende des Rohres ist eingezogen, um den Einsatz 340 innerhalb des Rohres festzuhalten. Ein gasdurchlässiger Einsatz ähnlich dem vorstehend beschriebenen kann in dem Durchflußdurchgang 140 angeordnet sein. Alternativ kann der nichtporöse Einsatz so ausgebildet sein, daß er ein Rückschlagventil (nicht dargestellt) ähnlich dem zuvor beschriebenen und in Fig. 2 dargestellten enthält.

Fig. 4 illustriert eine alternative Konstruktion für den in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen verwendeten Kolben 25. Die in Fig. 4 gezeigte Ausführungsform verwendet viele Komponenten, die denjenigen, die in den in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen verwendet sind, gleich oder ähnlich sind. Dementsprechend sind ähnliche Komponenten mit denselben Bezugszahlen bezeichnet worden, und nur die Unterschiede werden an dieser Stelle erörtert. Der Hauptunterschied besteht darin, daß der Kolben 25 in Fig. 4 eine einwärts vorspringende Verlängerung 400 besitzt, welche sich über die innere Stirnfläche der Quad-Dichtung hinweg erstreckt. Die Verlängerung verhindert das Eintreten des Dichtungsschmiermit-

tels in den Durchflußdurchgang 140. Dieses ist insbesondere wichtig, wenn ein durchlässiger Einsatz (Fig. 1) und/oder ein durchlässiger Scheibenstapel (Fig. 2) in der Bohrung angeordnet sind, weil das Schmieröl diese porösen Komponenten verstopfen könnte, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit der Feder 10 nachteilig beeinflusst wird. Es ist ersichtlich, daß in Fällen, bei denen eine vergrößerte Gasfließgeschwindigkeit erforderlich ist, es wünschenswert sein kann, den Durchflußdurchgang 40 wie in Fig. 4 gezeigt, offen zu belassen.

In den gezeigten Ausführungsformen dient das innere Ende des Kolbens 25 als ein Anschlag für die Feder während ihres Kompressionshubes. Insbesondere schlägt das innere Ende des Kolbens gegen das geschlossene Ende 40 des Zylinders, um die Einwärtsbewegung des Kolbens 25 zu begrenzen. Alternativ können gerollte Eindrückungen (nicht gezeigt) in der Wand des Druckraums 50 gebildet sein, um den Weg während des Kompressionshubes zu begrenzen.

Die hier beschriebene Luftfeder 10 unterscheidet sich vorteilhaft von herkömmlichen Gasfedern, in welchen sowohl der Ausfahr- als auch der Druckraum unter Druck gesetzt sind. In der vorliegenden Konstruktion ist lediglich der Druckraum unter Druck gesetzt, und daher wirkt das Druckgas gegen die volle projizierte Oberfläche der Kolbenstirnseite. Da das Druckgas bei der vorliegenden Konstruktion auf eine größere Fläche einwirkt, werden entsprechende Ausgabekräfte bei viel geringeren internen Drücken erzeugt als sie bei herkömmlichen Gasfedern erforderlich waren. Zum Beispiel erzeugen Prototypeinheiten, die unter Druck gesetzt sind, bei 6,9 bar bei Kompression eine Ausgabekraft, welche etwa gleich ist derjenigen einer herkömmlichen Gasfeder, die bei 48,2 bar unter Druck gesetzt ist. Die niedrigeren Arbeitsdrücke dieser Konstruktion erlauben die Verwendung von kostengünstigeren und leichteren Materialien. Die niedrigeren Arbeitsdrücke tragen auch zur Verlängerung der Lebensdauer der Feder 10 durch Verringerung der Wahrscheinlichkeit bei, daß die Feder 10 ihre Aufladung wegen Gasleckage



DE 106 81 445 11

verliert. Ein signifikanter Vorteil der Luftfeder 10 ist der, daß die Dämpfung völlig unabhängig ist von der Federausrichtung, im Unterschied zu den meisten Öldämpfersystemen. Zusätzlich können einteilig geformte Kolbenstangen und Kolben eingesetzt werden, um weiterhin die Kosten der Einheit zu verringern. Der durchlässige Einsatz und das durchlässige Rückschlagventil stellen eine große Vielzahl von Strömungsoptionen bereit, um den Bedürfnissen eines weiten Bereichs von Anwendungen zu genügen.

Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf spezifische Ausführungsformen beschrieben worden ist, werden Fachleute erkennen, daß Änderungen daran gemacht werden können, ohne vom Umfang und Geist der Erfindung, wie sie in den beigefügten Ansprüchen vorgetragen wird, abzuweichen.

### ZUSAMMENFASSUNG

Eine Luftausgleichsfeder besitzt einen hohlen Zylinder, der eine erste innere Kammer begrenzt, die unterteilt ist in einen Kompressionsraum und einen Ausfahrraum durch einen Kolben, der bewegbar in der Kammer angebracht ist. Der Kompressionsraum enthält unter Druck gesetztes Gas und eine an dem Kolben angebrachte Dichtungsanordnung verhindert das Entweichen von Gas in den Ausfahrraum. Eine Kolbenstange ist verschiebbar in dem offenen Ende des Zylinders angebracht und ist mit ihrem inneren Ende mit dem Kolben verbunden. Die Kolbenstange enthält einen hohlen Bereich, der eine zweite innere Kammer begrenzt, welche in Fluidverbindung mit dem Kompressionsraum über einen Durchflußdurchgang steht. Im Ergebnis besitzt der Kompressionsraum ein effektives Volumen von  $A+B$ , wobei A das Volumen des Kompressionsraums und B das Volumen der inneren Kammer der Kolbenstange repräsentiert. Diese Konstruktion ist vorteilhaft in Anwendungen, bei welchen eine niedrige Federkonstante erwünscht ist und bei welchem die Länge der Feder minimalisiert werden soll.

Ein gasdurchlässiger Einsatz kann in dem Durchflußdurchgang angeordnet sein, um eine eingeschränkte Gasfließgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang vorzusehen. Alternativ kann ein Rückschlagventil angeordnet sein für die Bereitstellung eingeschränkter Gasströmungsgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang während des Ausfahrhubes und einer freien Umgehungsgasströmung durch den Durchflußdurchgang während des Kompressionshubes.

# Patentansprüche

## 1. Luftfeder, umfassend:

einen hohlen Zylinder mit einem offenen Ende und einem geschlossenen Ende, der eine erste innere Kammer begrenzt;

eine in dem offenen Ende des Zylinders verschiebbar angebrachte Kolbenstange, die eine zweite innere Kammer begrenzt, die ein erstes sich in die erste innere Kammer erstreckendes Ende und ein zweites aus dem offenen Ende des Zylinders hervorstehendes Ende aufweist;

einen verschiebbar in dem Zylinder angeordneten Kolben, der die erste innere Kammer in einen Kompressionsraum nahe dem geschlossenen Ende des Zylinders und einen Ausfahrraum nahe dem offenen Ende des Zylinders unterteilt, die Volumina des Kompressionsraums des Ausfahrraums verändern sich entsprechend der Stellung des Kolbens, der Kolben ist mit dem ersten Ende der Kolbenstange für die Bewegung hinweg von dem geschlossenen Zylinderende während eines Ausfahrhubes und in Richtung auf das geschlossene Zylinderende zu während eines Kompressionshubes verbunden;

eine vorbestimmte Gasmenge in dem Kompressionsraum unter einem Druck oberhalb des Atmosphärendrucks;

eine auf dem Kolben angebrachte Dichtungsanordnung, die angepaßt ist, um einen Gasstrom zwischen dem Kompressionsraum und dem Ausfahrraum zu verhindern; und

Strömungsmittel für die Ermöglichung eines Gasstroms zwischen dem Kompressionsraum und der zweiten inneren Kammer.

2. Luftfeder nach Anspruch 1, worin die Strömungsmittel einen Durchflußdurchgang umfassen, der sich durch den Kolben zwischen dem Kompressionsraum und der zweiten inneren Kammer erstreckt.

3. Luftfeder nach Anspruch 2, worin die Strömungsmittel weiterhin einen gasdurchlässigen Einsatz umfassen, der in dem

Durchflußdurchgang angeordnet und ausgebildet ist, um eine eingeschränkte Fließgeschwindigkeit von Gas durch den Durchflußdurchgang vorzusehen.

4. ~~Luftfeder~~ nach Anspruch 3, worin der gasdurchlässige Einsatz aus gesinterter Bronze gebildet ist.

5. Luftfeder nach Anspruch 3, worin der gasdurchlässige Einsatz aus gesintertem Eisen gebildet ist.

6. Luftfeder nach Anspruch 3, worin der gasdurchlässige Einsatz aus poröser Keramik gebildet ist.

7. Luftfeder nach Anspruch 3, worin der gasdurchlässige Einsatz aus Kombinationen von gesintertem Eisen und gesinterter Bronze gebildet ist.

8. Luftfeder nach Anspruch 3, worin der gasförmige Einsatz aus Kombinationen von Kunststoffen gebildet ist.

9. Luftfeder nach Anspruch 2, weiterhin umfassend Ventilmittel für die Ermöglichung eingeschränkter Gasfließgeschwindigkeit durch den Durchflußdurchgang und eines freien Umgehungsstroms von Gas durch den Durchflußdurchgang während des Kompressionshubes.

10. Luftfeder nach Anspruch 9, worin die Ventilmittel umfassen:

einen Ventilsitz gebildet in einem Ende des Durchflußdurchgangs;

eine Dichtung angeordnet in dem Ventilsitz;

einen gasdurchlässigen Einsatz angebracht für die Bewegung relativ zu dem Ventilsitz zwischen einer ersten Position, bei welcher der gasdurchlässige Einsatz die Dichtung stützt und den Gasstrom durch den Durchflußdurchgang auf denjenigen

beschränkt, welcher durch den gasdurchlässigen Einsatz fließt, und einer zweiten Position, bei welcher der gasdurchlässige Einsatz von der Dichtung abgehoben ist, um Gasfluß durch den Durchflußdurchgang zur Umgehung des gasdurchlässigen Einsatzes zu ermöglichen; und

Mittel für die Vorspannung des gasdurchlässigen Einsatzes zu seiner ersten Position, falls nicht der Innendruck des Kompressionsraums den Innendruck der zweiten inneren Kammer um einen vorgewählten Betrag übersteigt.

11. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 10, worin der gasdurchlässige Einsatz aus gesinterter Bronze gebildet ist.

12. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 11, worin der gasdurchlässige Einsatz aus gesintertem Eisen gebildet ist.

13. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 11, worin der gasdurchlässige Einsatz aus poröser Keramik gebildet ist.

14. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 11, worin der gasdurchlässige Einsatz aus einer Kombination von gesintertem Eisen und gesinterter Bronze gebildet ist.

15. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 11, worin der gasdurchlässige Einsatz aus Kunststoff gebildet ist.

16. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Buchsenanordnung fest angebracht in dem offenen Ende des Zylinders, die Buchse besitzt eine mittlere Öffnung für verschiebbaren Angriff und Lagerung der Kolbenstange, wenn diese sich relativ zum Zylinder bewegt.

17. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 1, worin der Ausfahr-  
raum unter einem Druck steht, welcher etwa dem Atmosphären-  
druck entspricht.

18. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 1, worin der Kolben und die Kolbenstange einteilig geformt sind.

19. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 18, worin der Kolben und die Kolbenstange einteilig aus einer Stahlröhre geformt sind.

20. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 19, worin der Kolben weiterhin einen porenfreien Einsatz besitzt, der in der Stahlröhre angebracht ist und einen Durchflußdurchgang zwischen dem Kompressionsraum und der zweiten inneren Kammer begrenzt.

21. Luftausgleichsfeder nach Anspruch 18, weiterhin umfassend einen porösen Einsatz angebracht in dem Durchflußdurchgang und eingerichtet, um eine beschränkte Gasfließgeschwindigkeit zwischen dem Kompressionsraum und der zweiten inneren Kammer vorzusehen.

22. Luftausgleich nach Anspruch 2, worin eine vorbestimmte Menge von Schmieröl in dem Kompressionsraum enthalten ist, um einen Schmierfilm zwischen der Kolbendichtung und der Innenfläche des hohlen Zylinders vorzusehen.

23. Luftausgleich nach Anspruch 22, worin der Kolben mit einer einwärts vorstehenden Verlängerung geformt ist, um das Eindringen von Schmieröl in den Durchflußdurchgang zu verhindern.

I/4

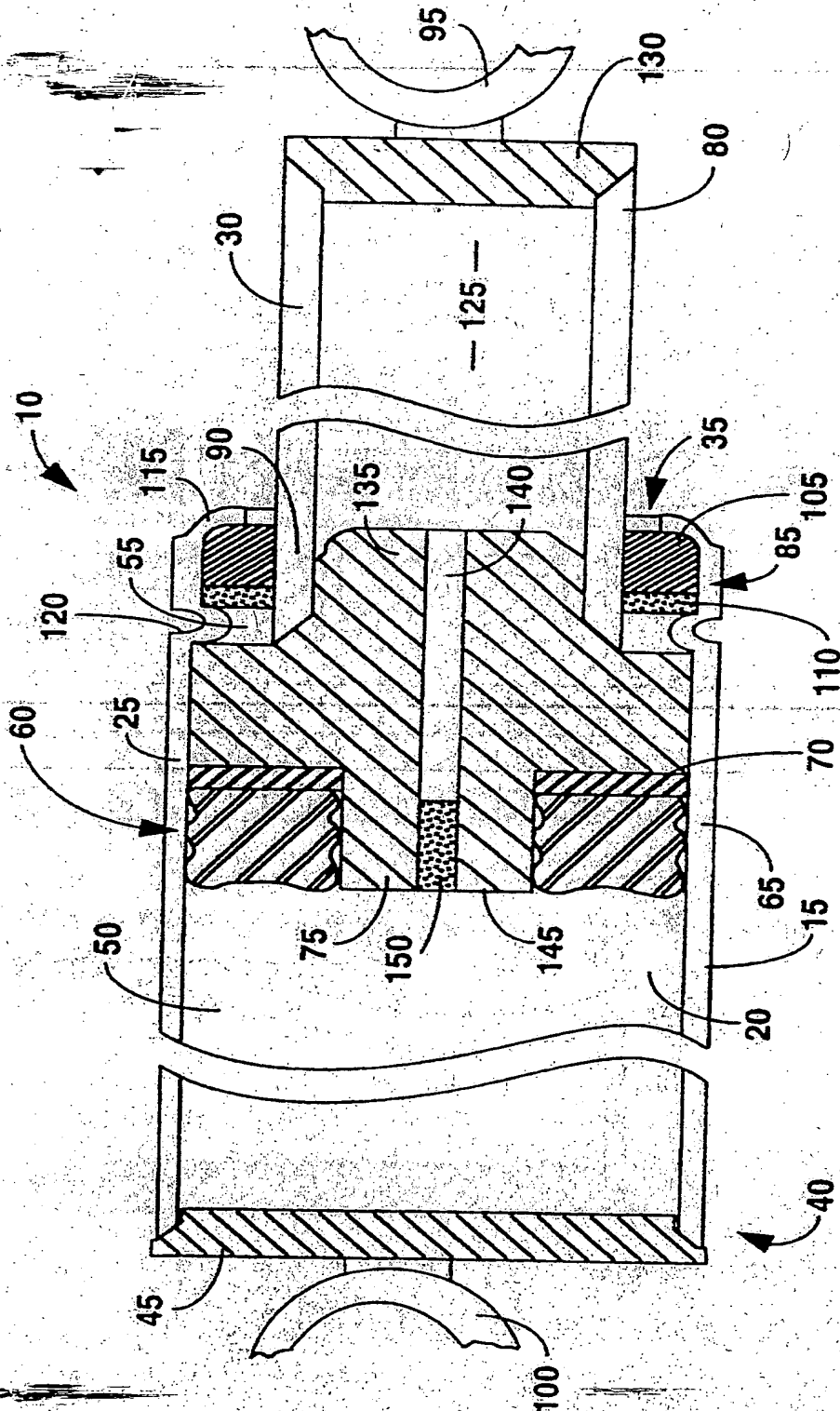


FIG. 1

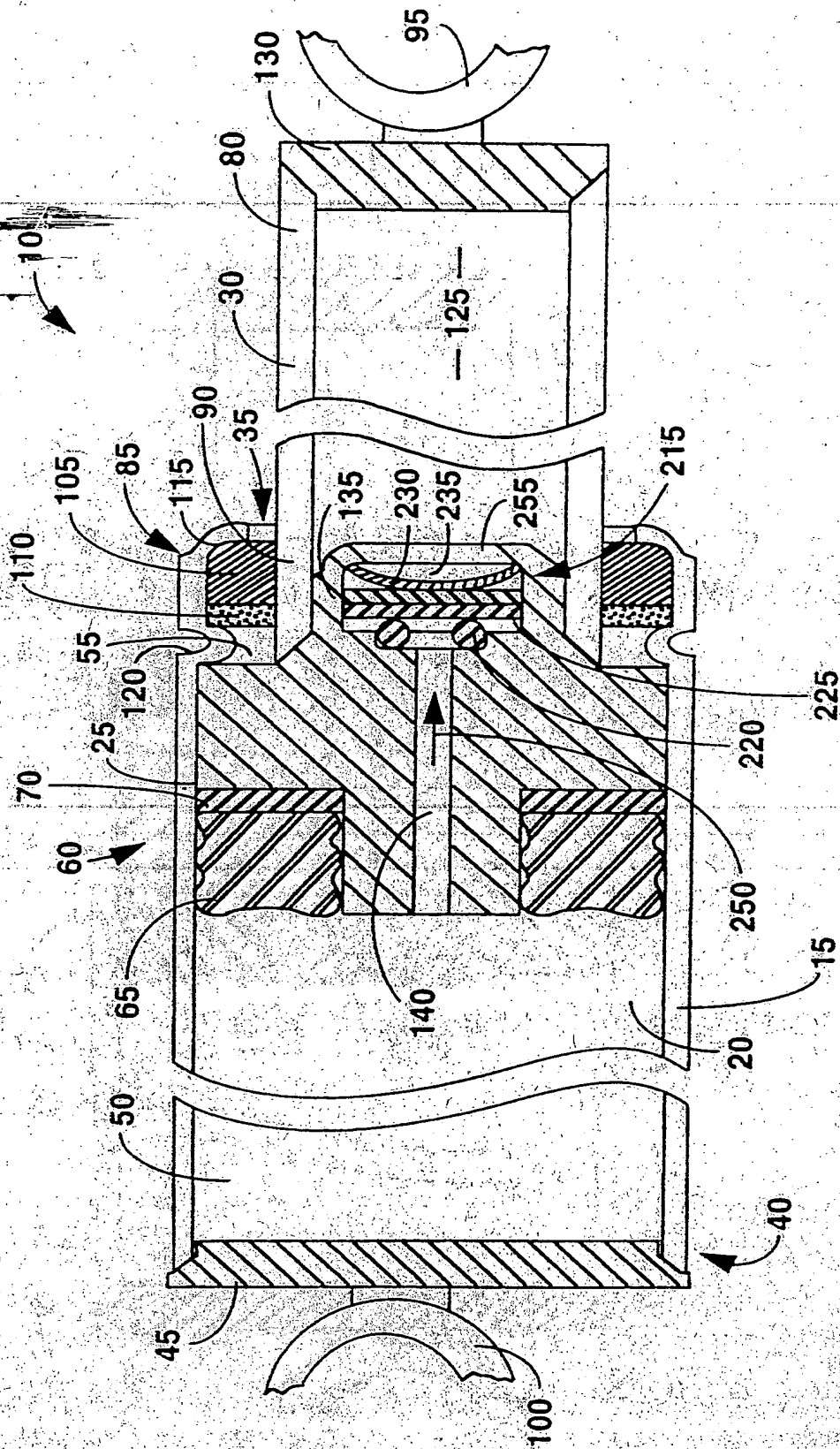


FIG. 2



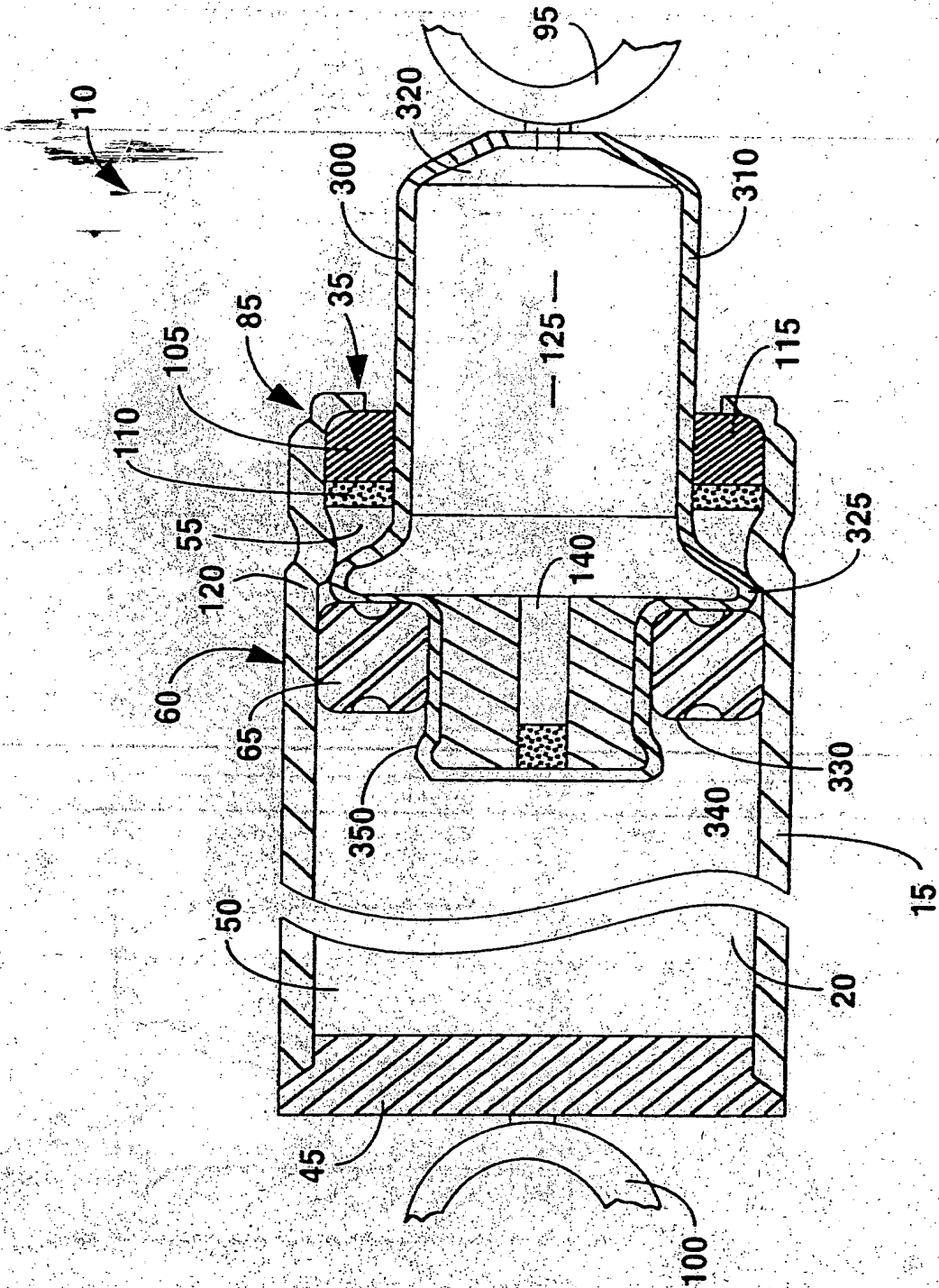


FIG. 3

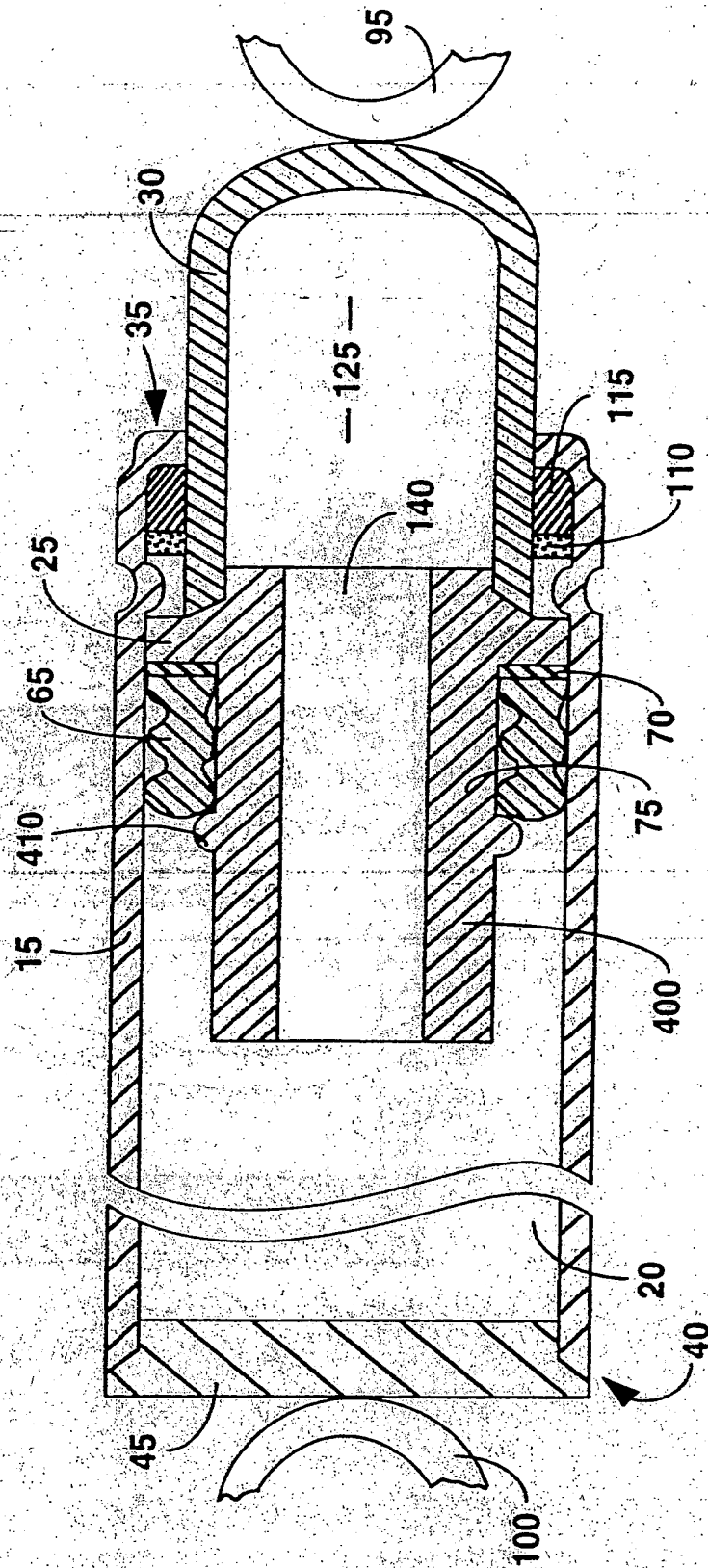


FIG. 4